

Список использованных источников

1. Горелочные устройства промышленных печей и топок (конструкции и технические характеристики). Справочник / А.А. Винтовкин, М.Г. Ладыгичев, В.Л. Гусовский, Т.В. Калинова. – М.: «Интернет Инжиниринг», 1999 – 560 с.
2. Учимся правильно дуть в Solidworks flow simulation [Электронный ресурс]. URL: <http://3dtoday.ru/blogs/maniak26/learning-how-to-blow-in-solidworks-flow-simulation/> (Дата обращения: 28.04.2018).
3. Обучающие видео материалы КОМПАС-3D [Электронный ресурс]. URL: <http://kompas.ru/publications/video/> (Дата обращения: 25.04.2018).

620.191.32

О. С. Горшкова, В. И. Матюхин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

МЕТОДИКА ВЫБОРА КОНСТРУКТИВНЫХ РАЗМЕРОВ РОТОРНОЙ ОБЖИГОВОЙ ПЕЧИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ И ОКАЛИНЫ

Аннотация

Одной из важнейших тенденций стратегии развития металлургической промышленности России на период до 2020 года является ресурсосбережение и снижение негативного экологического воздействия на фоне повышения стоимости энергоресурсов и требований к охране окружающей среды [1]. В настоящее время на ряде крупных металлургических предприятиях Урала скопилось большое количество замасленной окалины, которая, с одной стороны, является источником загрязнения окружающей среды, а, с другой – крупным источником богатого железом металлургического сырья. В условиях дефицита богатой товарной руды эти материалы после соответствующей подготовки могут быть эффективно использованы как в доменном, так и в сталеплавильном переделах. Предлагаемые в настоящее время технологии по переработке замасленной окалины термическими способами характеризуются спеканием образующегося материала в виде нетехнологического продукта, низкой удельной производительностью, интенсивным сажевыделением, значительным пылевыносом, недостаточным извлечением масла и др. Часть этих разработок была реализована в промышленных масштабах. Однако наличие все возрастающих отвалов окалины свидетельствует об отсутствии эффективного способа ее переработки. В данной работе представлена установка для переработки маслосодержащих отходов и окалины. В основу реализуемого способа обезмасливания положена технология возгонки масла за счет непосредственного нагрева окалины дымовыми газами, что обеспечивает устойчивость и высокую производительность процесса.

Ключевые слова: замасленная окалина, утилизация отходов, технологическая установка.

Abstract

One of the most important trends in the development strategy of the Russian metallurgical industry for the period until 2020 is resource saving and reduction of the negative environmental impact against the background of an increase in the cost of energy resources and environmental protection requirements [1]. Currently, a number of large metallurgical plants in the Urals have accumulated a large amount of oily scale, which, on the one hand, is a source of environmental pollution, and, on the other,

a large source of iron-rich metallurgical raw materials. In the conditions of deficiency of rich commodity ore, these materials can be effectively used, after appropriate preparation, both in blast furnace and steel smelting operations. The currently proposed technologies for processing oily scale by thermal methods are characterized by sintering of the resulting material in the form of a non-technological product, low specific productivity, intense sooting, significant dustiness, insufficient extraction of oil, etc. Some of these developments were implemented on an industrial scale. However, the presence of ever increasing dumps of scale indicates that there is no efficient method for processing it. In this paper we present an installation for the processing of oil-containing waste and scale. The obsolete method is based on the technology of oil sublimation due to the direct heating of scale by flue gases, which provides stability and high process efficiency.

Key words: oily waste, scale, recycling, technological plant.

Предлагаемая технология основывается на низкотемпературной обработке замасленной окалины высокоскоростным потоком продуктов полного сжигания топлива в установке вихревого (циклонного) типа [2]. При этом удаление масла и воды производится путем их возгонки при нагреве материалов до температуры 400...450 °С. Поток теплоносителя образуется в результате факельного сжигания топлива при минимуме избытка воздуха. В результате в нагреваемых газах отсутствует свободный кислород или его концентрация незначительна, что предотвращает воспламенение паров масла в рабочем пространстве реактора.

Схема конструкции роторной печи показана на рис. 1. Агрегат имеет циклонную камеру (реактор) (4) с тангенциальным подводом теплоносителя через патрубок (3). Реактор размещается под углом к горизонту примерно 1–3 градуса. Внутри реактора вращается устройство пересыпания (ротор) (5) с лопатками длиной примерно равной длине реактора, имеющими диаметр, меньший диаметра реактора. Исходный материал через патрубок (6) подается в реактор и движется навстречу потоку газов в осевом направлении. При вращении лопаток слой перемещается по спирали вдоль наклонного корпуса реактора. Изменяя число оборотов электропривода ротора (2), можно управлять временем обработки материала в реакторе. Готовый продукт выгружается через патрубок (1).

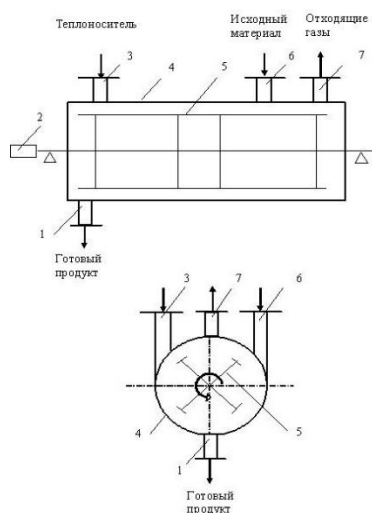


Рис. 1. Схема установки для утилизации маслосодержащих отходов:
1, 3, 6, 7 – патрубок; 2 – электропривод; 4 – реактор; 5 – ротор

В представленной работе на основании выполненных расчетов разработана методика выбора конструктивных размеров роторной обжиговой печи для утилизации маслосодержащих отходов и окалины при различных условиях производства.

Представлена тепловая схема установки (рис. 2) с использованием тепла от сжигания масел, позволяющая уменьшить расход топлива на процесс тепловой обработки маслосодержащих дисперсных материалов.

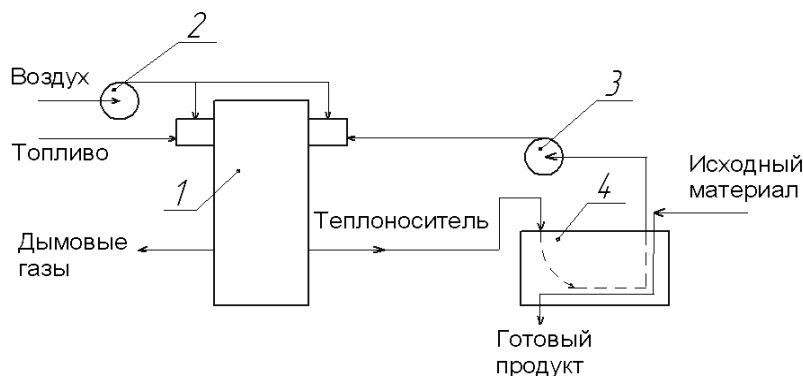


Рис. 2. Тепловая схема установки:

1 – циклонная печь; 2 – вентилятор; 3 – дымосос; 4 – реактор

Первый расчет – тепловой расчет, который состоит из расчета горения природного газа, а также из расчета основных размеров печи.

В результате расчета определили основные технологические параметры, влияющие на конструктивные размеры роторной обжиговой печи:

- 1) x_1 – производительность по исходному материалу, кг/ч;
- 2) x_2 – содержание масла в исходном материале, %;
- 3) x_3 – влажность исходного материала, %;
- 4) x_4 – температура в рабочем пространстве, °C;
- 5) x_5 – степень удаления влаги в исходном материале, %.

Далее провели исследования в соответствии с планом ротатбельного планированного эксперимента второго порядка [3].

После обработки экспериментальных данных были определены уравнения регрессии, описывающие изменения диаметра реактора (Y_1 , м) и длины реактора (Y_2 , м); x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 – представлены в условных единицах:

$$\begin{aligned} Y_1 = & 7,029 + 0,181x_1 + 0,017x_2 - 0,027x_3 - 0,15x_4 - \\ & 0,08x_5 + 0,495x_1^2 + 0,565x_2^2 + 0,566x_3^2 + 0,565x_4^2 + \\ & + 0,566x_5^2 - 0,05x_1x_3 - 0,05x_1x_4 - 0,05x_1x_5 - \\ & 0,025x_2x_3 + 0,025x_2x_5 + 0,225x_3x_4 + 0,25x_3x_5 + 0,225x_4x_5; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_2 = & -1,55 + 0,231x_1 + 0,039x_2 - 0,05x_3 - 0,19x_4 - \\ & 0,08x_5 + 0,631x_1^2 + 0,701x_2^2 + 0,701x_3^2 + 0,719x_4^2 + \\ & + 0,701x_5^2 + 0,019x_1x_2 - 0,02x_1x_3 - 0,06x_1x_4 - 0,02x_1x_5 - 0,04x_2x_3 - \\ & 0,01x_2x_4 + 0,006x_2x_5 + 0,281x_3x_4 + 0,319x_3x_5 + 0,281x_4x_5. \end{aligned}$$

Для оптимизации выбора конструктивных размеров построили тройные диаграммы [4]. На рис. 3 представлены экспериментальные зависимости изменения

внутреннего диаметра барабана (3а) и его длины (3б) реактора от производительности, содержания масла и влаги исходного материала.

Анализ полученных зависимостей показал, что с увеличением необходимой производительности агрегата до 830 кг/ч, содержания масла до 6 % и влаги в окалине до 15% требуется все меньший диаметр агрегата (до 0,76 м), а его длина сокращается до 1 м.

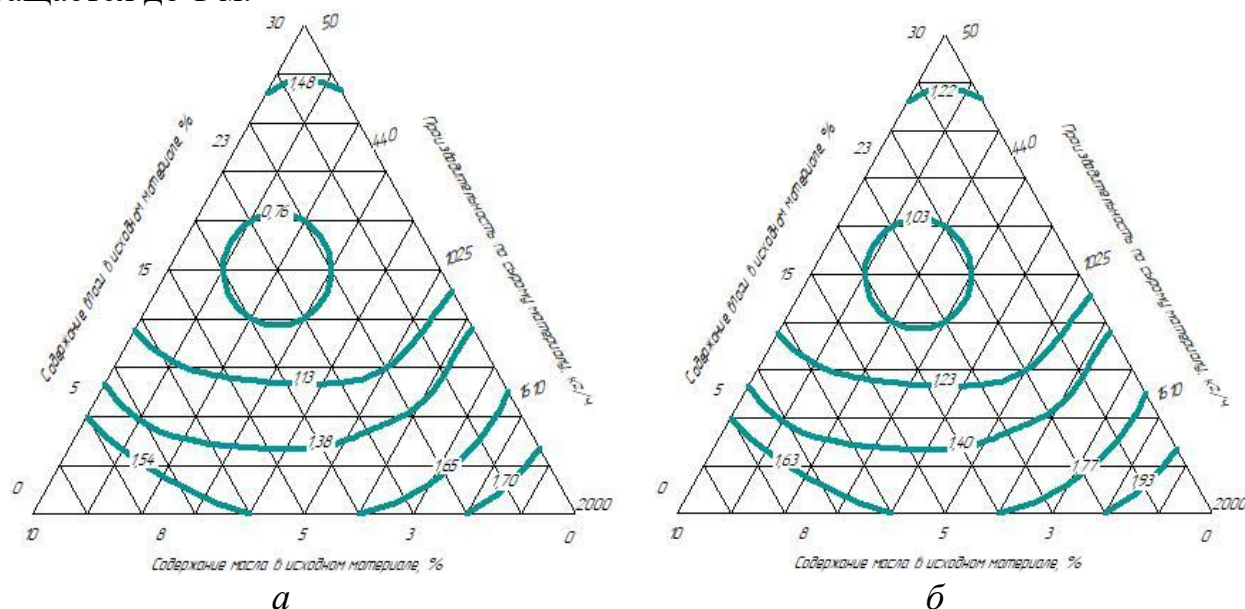


Рис. 3. Экспериментальная зависимость изменения диаметра (а) и длины (б) реактора от производительности, содержания масла и влаги исходного материала

При больших значениях отмеченных факторов требуется больший внутренний диаметр барабана при увеличенной его длине. Такой характер влияния исследованных факторов связан с особенностями тепловой работы роторной сушилки.

Полученные зависимости позволяют прогнозировать геометрические размеры предлагаемого реактора без проведения сложных теплотехнических расчетов.

Список использованных источников

1. Стратегия развития металлургической промышленности Российской Федерации до 2020 года. М.: Минпромторг России, 2009. 133 с.
2. Способ утилизации маслоокалиносодержащих отходов: а. с. № 2037541 Россия: G5/04 / В.П. Ульянов, А.Г. Злобин, Г.С. Умнов [и др.] // Открытия. Изобретения. 1995. С. 153.
3. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: учебное пособие / Н.А. Спирин, В.В. Лавров, Л.А. Зайнуллин, А.Р. Бондин, А.А. Бурыкин – Екатеринбург: ООО «УИНЦ», 2015. – 290 с.
4. Блох Л. С. Практическая номография– М.: «Высшая школа», 1971. – 328 с.